

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-296475
 (43)Date of publication of application : 26.10.2001

(51)Int.CI. G02B 15/20

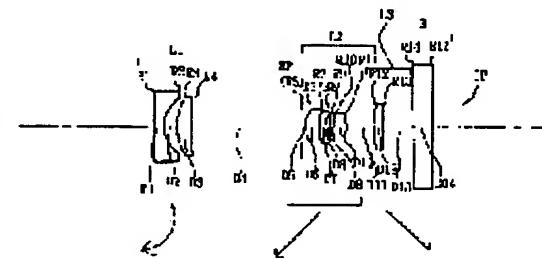
(21)Application number : 2000-113181 (71)Applicant : CANON INC
 (22)Date of filing : 14.04.2000 (72)Inventor : SEKIDA MAKOTO
 HAMANO HIROYUKI

(54) ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens by which a photographing viewing angle is widened, and whose portability is excellent by shortening a lens entire length, and which consists of three groups, and to provide an optical equipment using the zoom lens.

SOLUTION: In the zoom lens having the first lens group L1 of negative refracting power, the second lens group L2 of positive refracting power and the third lens group L3 of the positive refracting power in this order from an object side and performing variable power by moving respective lens groups L1-L3, the third lens group L3 consists of one or two lenses including a positive lens, and refractive index ndp_3 and Abbe number vdp_3 of the material of the positive lens in the third lens group L3 are respectively appropriately set.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-296475

(P2001-296475A)

(43)公開日 平成13年10月26日 (2001.10.26)

(51)Int.Cl.
G 0 2 B 15/20

識別記号

F I
G 0 2 B 15/20テ-マコード (参考)
2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数13 O.L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2000-113181(P2000-113181)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

(22)出願日 平成12年4月14日 (2000.4.14)

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 関田 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 浜野 博之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

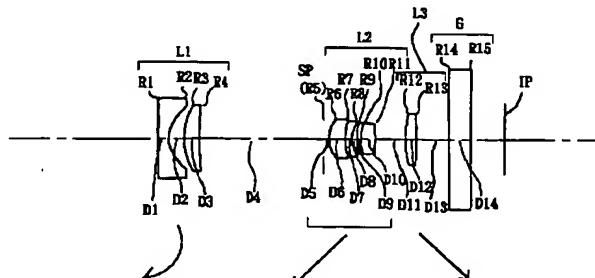
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57)【要約】

【課題】撮影画角の広角化を図ると共に、レンズ全長の短縮化を図った携帯性に優れた3群より成るズームレンズ及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、そして正の屈折力の第3レンズ群L3を有し、各レンズ群L1～L3を移動させて変倍を行うズームレンズにおいて、該第3レンズ群L3は正レンズを含む1つ又は2つのレンズにより成り、該第3レンズ群L3中の正レンズの材質の屈折率n d p 3、アッペ数v d p 3を各々適切に設定したこと。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群を有し、各レンズ群を移動させて変倍を行うズームレンズにおいて、該第3レンズ群は正レンズを含む1つ又は2つのレンズより成り、該第3レンズ群中の正レンズの材質の屈折率を n_{dp3} 、アッペ数を v_{dp3} とした時に、

$$n_{dp3} < 1.5$$

$$v_{dp3} > 70.0$$

なる条件を満足する事を特徴とするズームレンズ。

【請求項2】広角端から望遠端への変倍動作に際して、前記第1レンズ群は像側に凸状の軌跡で移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調に移動し、前記第3レンズ群は像側に移動する事を特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】前記第1レンズ群は、負レンズと正レンズの2枚のレンズより成り、該負レンズの少なくとも1面は非球面である事を特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】前記第1レンズ群中の負レンズの材質の屈折率を n_{dn1} 、アッペ数を v_{dn1} とした時に、

$$n_{dn1} > 1.70$$

$$v_{dn1} > 35.0$$

なる条件を満足する事を特徴とする請求項3のズームレンズ。

【請求項5】前記第2レンズ群は、2組みの接合レンズで構成されている事を特徴とする請求項1から4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項6】前記第2レンズ群は最も物体側に、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズを接合した第1の接合レンズを有し、該正レンズの物体側のレンズ面は非球面であり、該正レンズの物体側のレンズ面の近軸曲率半径を R_{21} 、該負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{23} とした時に、

$$0.5 < (R_{21} - R_{23}) / (R_{21} + R_{23}) <$$

$$0.15$$

なる条件を満足する事を特徴とする請求項5のズームレンズ。

【請求項7】前記第2レンズ群中の最も像側には正レンズが配置され、該正レンズの材質の屈折率を n_{dp2} 、アッペ数を v_{dp2} とした時に、

$$n_{dp2} > 1.70$$

$$v_{dp2} > 40.0$$

なる条件を満足する事を特徴とする請求項5又は6のズームレンズ。

【請求項8】前記第3レンズ群は1つの正レンズより成る事を特徴とする請求項1から7のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項9】前記第3レンズ群の1つの正レンズは少な

2

くとも1つの非球面を有している事を特徴とする請求項8のズームレンズ。

【請求項10】前記第3レンズ群を物体側に移動させて無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う事を特徴とする請求項8又は9のズームレンズ。

【請求項11】望遠端において、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から像面までの距離を L 、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第1レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を L_1 、前記第2レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第2レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を L_2 、前記第3レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第3レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を L_3 とした時に、

$$0.25 < (L_1 + L_2 + L_3) / L < 0.45$$

なる条件を満足する事を特徴とする請求項1から10のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項12】前記第2レンズ群を構成する各レンズの光軸上の厚みの合計を D_2 、該第2レンズ群中の空気間隔の合計を A_2 とした時に、

$$0.05 < A_2 / D_2 < 0.2$$

なる条件を満足する事を特徴とする請求項1から11のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項13】請求項1から12のいずれか1項のズームレンズを有していることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明はスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等、撮像装置（カメラ）の高機能化にともない、それに用いる光学系には広い画角を包含した大口径比のズームレンズが求められている。この種のカメラには、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する為、それに用いる光学系には、比較的バックフォーカスの長いレンズ系が要求される。さらに、カラー画像用の撮像素子を用いたカラーカメラの場合、色シェーディングを避けるため、それに用いる光学系には像側のテレセントリック特性の良いものが望まれている。

【0003】従来より、負の屈折力の第1群と正の屈折力の第2群の2つのレンズ群より成り、双方のレンズ間隔を変えて変倍を行う。所謂ショートズームタイプの広角の2群ズームレンズが種々提案されている。これらの

ショートズームタイプの光学系では、正の屈折力の第2群を移動する事で変倍を行い、負の屈折力の第1群を移動する事で変倍に伴う像点位置の補正を行っている。これらの2つのレンズ群よりなるレンズ構成においては、ズーム倍率は2倍程度である。

【0004】さらに2倍以上の高い変倍比を有しつつレンズ全体をコンパクトな形状にまとめるため、例えば特公平7-3507号公報や、特公平6-40170号公報等には2群ズームレンズの像側に負または正の屈折力の第3群を配置し、高倍化に伴って発生する諸収差の補正を行っている、所謂3群ズームレンズが提案されている。

【0005】また、米国特許第4828372号や第5262897号公報には、負、正、正の3群ズームレンズの第2群を接合レンズ2組を含み、第2群が6枚のレンズで構成されたものも開示されている。

【0006】しかしながら、これらの3群ズームレンズは主として35mmフィルム写真用に設計されているため、固体撮像素子を用いた光学系に求められるバックフォーカスの長さと、良好なテレセントリック特性を両立したものとは言い難かった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】バックフォーカスとテレセントリック特性を満足する広角の3群ズームレンズ系が、例えば、特開昭63-135913号公報や、特開平7-261083号公報等で提案されている。また、特開平9-21950号公報には、物体側より順に負、正、そして正の屈折力の3つのレンズ群より成る3群ズームレンズにおいて正の屈折力の第3群を固定とし、負の屈折力の第1群と正の屈折力の第2群を移動させて変倍を行い、第1、第2レンズ群に2枚以上のプラスチックレンズを用いた光学系も開示されている。

【0008】ところが、これらの従来例においては、各レンズ群の構成枚数が比較的多く、レンズ全長が長い、製造コストが高いなどの欠点を有していた。

【0009】また、特開平9-21950号公報で開示されているズームレンズにおいては、第3レンズ群を固定とする事により、メカ構造の簡略化が図れているが、第3レンズ群が変倍に寄与しない事により、変倍に伴う第2レンズ群の移動量が相対的に増大する事となり、レンズ全長の短縮化に不利であった。

【0010】さらに近年、カメラのコンパクト化とレンズの高倍化を両立する為に、非撮影時に各レンズ群の間隔を撮影状態と異なる間隔まで縮小し、カメラ本体からのレンズの突出量を少なくした所謂沈胴ズームレンズが広く用いられているが、上記従来例の様に各群の構成枚数が多く、結果的に各レンズ群の光軸上の長さが長くなる場合や、各レンズ群のズーミング及びフォーカシングにおける移動量が大きく、レンズ全長が長くなる場合においては、所望の沈胴長が達成出来ない場合がある。

【0011】本発明では、これら従来例の欠点に鑑み、特に固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、小径化を達成した高変倍比で、優れた光学性能を有する及びそれを用いた光学機器ズームレンズの提供を目的とする。

【0012】さらに、本発明では、次の事項のうち少なくとも1つを満足するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を得る事を目的としている。

【0013】即ち、

- ・特に広角側での非点収差、歪曲収差を良好に補正する事。

- ・最小のレンズ構成を取りつつ、移動するレンズ群の収差分担を減らし、製造誤差によるレンズ群相互の偏心等での性能劣化を少なくし、製造の容易なものとする事。

- ・構成枚数を最小としながら、固体撮像素子を用いた撮影系に好適な良好な像側テレセントリック結像をもたせる事。

- ・沈胴ズームレンズに要求される各レンズ群の光軸上の長さや各レンズ群のズーミング及びフォーカシングによる光軸上の移動量を短くする。

- ・広角端のみならずズーム全域で歪曲収差を良好に補正する事。

- ・像側テレセントリック結像のズームによる変動を小さくする事。

- ・テレセントリック結像を保ったまま変倍レンズ群の移動量を減らし、さらなる小型化を達成する事。

- ・近距離物体へのフォーカシング機構を簡素化する事。等である。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群を有し、各レンズ群を移動させて変倍を行うズームレンズにおいて、該第3レンズ群は正レンズを含む1つ又は2つのレンズより成り、該第3レンズ群中の正レンズの材質の屈折率を n_{dp3} 、アッペ数を v_{dp3} とした時に、

$$n_{dp3} < 1.5 \quad \dots \dots (1)$$

$$v_{dp3} > 70.0 \quad \dots \dots (2)$$

なる条件を満足する事を特徴としている。

【0015】請求項2の発明は請求項1の発明において、広角端から望遠端への変倍動作に際して、前記第1レンズ群は像側に凸状の軌跡で移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調に移動し、前記第3レンズ群は像側に移動する事を特徴としている。

【0016】請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記第1レンズ群は、負レンズと正レンズの2枚のレンズより成り、該負レンズの少なくとも1面は非球面である事を特徴としている。

【0017】請求項4の発明は請求項3の発明において

て、前記第1レンズ群中の負レンズの材質の屈折率を n_{dn1} 、アッペ数を v_{dn1} とした時に、
 $n_{dn1} > 1.70$ …… (3)

$v_{dn1} > 35.0$ …… (4)

なる条件を満足する事を特徴としている。

【0018】請求項5の発明は請求項1から4のいずれか1項の発明において、前記第2レンズ群は、2組みの接合レンズで構成されている事を特徴としている。

$$0.5 < (R_{21} - R_{23}) / (R_{21} + R_{23}) < 0.15$$

$$\dots\dots (5)$$

なる条件を満足する事を特徴としている。

【0020】請求項7の発明は請求項5又は6の発明において、前記第2レンズ群中の最も像側には正レンズが配置され、該正レンズの材質の屈折率を n_{dp2} 、アッペ数を v_{dp2} とした時に、
 $n_{dp2} > 1.70$ …… (6)

$v_{dp2} > 40.0$ …… (7)

なる条件を満足する事を特徴としている。

【0021】請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において、前記第3レンズ群は1つの正レンズより成る事を特徴としている。

【0022】請求項9の発明は請求項8の発明において、前記第3レンズ群の1つの正レンズは少なくとも1つの非球面を有している事を特徴としている。

【0023】請求項10の発明は請求項8又は9の発明

$$0.25 < (L_1 + L_2 + L_3) / L < 0.45 \dots\dots (8)$$

なる条件を満足する事を特徴としている。

【0025】請求項12の発明は請求項1から11のいずれか1項の発明において、前記第2レンズ群を構成する各レンズの光軸上の厚みの合計を D_2 、該第2レンズ群中の空気間隔の合計を A_2 とした時に、
 $0.05 < A_2 / D_2 < 0.2$ …… (9)

なる条件を満足する事を特徴としている。

【0026】請求項13の発明の光学機器は請求項1から12のいずれか1項のズームレンズを有していることを特徴としている。

【0027】

【発明の実施の形態】図1は本発明の後述する実施形態1のレンズ断面図である。図2～図4は本発明の実施形態1の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0028】図5は本発明の後述する実施形態2のレンズ断面図である。図6～図8は本発明の実施形態2の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0029】図9は本発明の後述する実施形態3のレンズ断面図である。図10～図12は本発明の実施形態3の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0030】図13は本発明のズームレンズを用いた光学機器の要部概略図である。

【0031】レンズ断面図において L_1 は負の屈折力の第1群（第1レンズ群）、 L_2 は正の屈折力の第2群

【0019】請求項6の発明は請求項5の発明において、前記第2レンズ群は最も物体側に、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズを接合した第1の接合レンズを有し、該正レンズの物体側のレンズ面は非球面であり、該正レンズの物体側のレンズ面の近軸曲率半径を R_{21} 、該負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{23} とした時に、

$$0.5 < (R_{21} - R_{23}) / (R_{21} + R_{23}) < 0.15$$

$$\dots\dots (5)$$

において、前記第3レンズ群を物体側に移動させて無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う事を特徴としている。

【0024】請求項11の発明は請求項1から10のいずれか1項の発明において、望遠端において、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から像面までの距離を L 、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第1レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を L_1 、前記第2レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第2レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を L_2 、前記第3レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第3レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を L_3 とした時に、

$$0.25 < (L_1 + L_2 + L_3) / L < 0.45 \dots\dots (8)$$

（第2レンズ群）、 L_3 は正の屈折力の第3群（第3レンズ群）、 S_P は開口絞り、 I_P は像面である。Gはフィルターや色分解プリズム等のガラスブロックである。

【0032】次に本実施形態のズームレンズのレンズ構成について説明する。

【0033】本実施形態のズームレンズでは、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群 L_1 、正の屈折力の第2レンズ群 L_2 、そして正の屈折力の第3レンズ群 L_3 の3つのレンズ群を有しており、広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群を移動させている。具体的には第1レンズ群が像側に凸の往復移動、第2レンズ群が物体側に移動し、第3レンズ群は像側に移動若しくは、物体側に凸の軌跡で移動している。

【0034】本実施形態のズームレンズは、第2レンズ群の移動により主な変倍を行い、第1レンズ群の往復移動及び第3レンズ群による像側方向への移動若しくは、物体側に凸の軌跡で移動によって変倍に伴う像点の移動を補正している。

【0035】第3レンズ群は、撮像素子の小型化に伴う撮影レンズの屈折力の増大を分担し、第1、第2レンズ群で構成されるショートズーム系の屈折力を減らす事で特に第1レンズ群を構成するレンズでの収差の発生を抑え良好な光学性能を達成している。また、特に固体撮像素子等を用いた撮影装置（光学機器）に必要な像側のテ

レセントリックな結像を第3レンズ群にフィールドレンズの役割を持たせる事で達成している。

【0036】また、絞りSPを第2レンズ群の最も物体側に置き、広角側での入射瞳と第1レンズ群との距離を縮める事で第1レンズ群を構成するレンズの外径の増大を抑えると共に、第2レンズ群の物体側に配置した絞りを挟んで第1レンズ群と第3レンズ群とで軸外の諸収差を打ち消す事で構成レンズ枚数を増やすことに良好な光学性能を得ている。

【0037】本実施形態のズームレンズは、第3レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有し、該正レンズの材質の屈折率とアッペ数が条件式(1)、(2)を満足する事を特徴としている。

【0038】条件式(1)、(2)は主に像面弯曲と倍率色収差を良好に補正する為のものである。条件式

(1)の上限値を超えるとペツツバール和が負の方向に増大し像面弯曲補正が困難となる。また条件式(2)の上限値を超えると望遠端での倍率色収差補正が困難となり好ましくない。

【0039】尚、本実施形態のズームレンズは以上の構成により当初の目的を達成しているが、更に良好なる光学性能を得るため、又はレンズ系全体の小型化を図るには、次の諸条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0040】(ア-1) 広角端から望遠端への変倍動作に際して、前記第1レンズ群は像側に凸状の軌跡で移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調に移動し、前記第3レンズ群は像側に移動する事である。

【0041】(ア-2) 前記第1レンズ群は、負レンズと正レンズの2枚のレンズより成り、該負レンズの少なくとも1面は非球面である事である。

【0042】本発明のズームレンズにおいて、負の屈折力の第1レンズ群は、軸外主光線を絞り中心に瞳結像させる役割を持っており、特に広角側においては軸外主光線の屈折量が大きいために軸外諸収差、特に非点収差と歪曲収差が発生し易い。

【0043】そこで、通常の広角レンズと同様最も物体側のレンズ径の増大が抑えられる凹-凸(負-正)の構成としている。そして更に好ましくはメニスカス状の負レンズ21の像側の面をレンズ周辺で負の屈折力が弱くなる非球面とする事により、非点収差と歪曲収差をバランス良く補正すると共に、2枚と言う少ないレンズ枚数で第1レンズ群を構成し、レンズ全体のコンパクト化を図っている。

【0044】尚、本発明において更に好ましくは第1レンズ群を構成する各レンズは、軸外主光線の屈折によつ

$$0.5 < (R_{21} - R_{23}) / (R_{21} + R_{23}) < 0.15$$

て生じる軸外収差の発生を抑えるために絞りと光軸が交差する点を中心とする同心球面に近い形状とするのが良い。

【0045】(ア-3) 前記第1レンズ群中の負レンズの材質の屈折率を n_{dn1} 、アッペ数を v_{dn1} とした時に、

$$n_{dn1} > 1.70 \quad \dots \quad (3)$$

$$v_{dn1} > 35.0 \quad \dots \quad (4)$$

なる条件を満足する事である。

【0046】条件式(3)、(4)はレンズ系全体のコンパクト化と良好な結像性能の両立を達成する為のものである。

【0047】条件式(3)の上限値を超えると、第1レンズ群のペツツバール和が正の方向に増大し、像面弯曲補正が困難となる。

【0048】また、条件式(4)の上限値を超えると、特に広角端での倍率色収差補正が困難となり好ましくない。

【0049】(ア-4) 前記第2レンズ群は、2組みの接合レンズで構成されている事である。

【0050】本発明においては、CCD等の固体撮像素子の高画素化及びセルピッチの微細化に伴って要求される、色収差量の縮小化に対応する為に、第2レンズ群を2組みの接合レンズ、すなわちメニスカス状の正レンズ21とメニスカス状の負レンズ22を接合した第1接合レンズ、及び負レンズ23と正レンズ24を接合した第2接合レンズにて構成する事により、軸上色収差及び倍率色収差を良好に補正している。

【0051】また、第2レンズ群を接合レンズを2組みにて構成する事による利点は、所謂トリプレットタイプにおける凹(負)レンズ成分の屈折力を2成分に分離し、トリプレットタイプの様な单一の凹レンズ成分による収差補正方法に対して収差補正上の自由度を増やす事で、凹レンズ成分のガラス厚を増大させる事により補正していた軸外フレアの補正や、凹レンズ成分の前後に設けた2つの負の空気レンズによる球面収差の補正を行う必要が無くなり、トリプレットタイプに比較して第2レンズ群の光軸上の厚みを小さくする事が可能となり、光学全長の短縮及び沈胴時のレンズ全長短縮に寄与している。

【0052】(ア-5) 前記第2レンズ群は最も物体側に、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズを接合した第1の接合レンズを有し、該正レンズの物体側のレンズ面は非球面であり、該正レンズの物体側のレンズ面の近軸曲率半径を R_{21} 、該負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{23} とした時に、

$$\dots \quad (5)$$

ズ群のペツツバール和が負の方向に増大し、像面弯曲補正が困難となる。

なる条件を満足する事である。

【0053】条件式(5)の上限値を超えると第2レン

【0054】条件式(5)の下限値を超えると、球面収差・コマ収差の補正困難となり好ましくない。

【0055】(ア-6)前記第2レンズ群中の最も像側には正レンズが配置され、該正レンズの材質の屈折率をn dp2、アッペ数をv dp2とした時に、

$$n dp2 > 1.70 \quad \dots \dots (6)$$

$$v dp2 > 40.0 \quad \dots \dots (7)$$

なる条件を満足する事である。

【0056】条件式(6)の上限値を超えるとペツツバル和が負の方向に増大し像面弯曲補正が困難となる。また条件式(7)の上限値を超えると望遠端での軸上色収差補正が困難となり好ましくない。

【0057】(ア-7)前記第3レンズ群は1つの正レンズより成る事である。

【0058】正の屈折力の第3レンズ群は、物体側に凸面を設けた形状の1つの正レンズ31より構成し、像側テレセントリックにするためのフィールドレンズとしての役割をも有するようにしている。

【0059】(ア-8)前記第3レンズ群の1つの正レンズは少なくとも1つの非球面を有している事である。

【0060】特に本発明においては、正レンズ31の像側のレンズ面にレンズ周辺で正の屈折力が弱くなる非球面を設けるのが良い。これによれば、ズーム全域での軸外諸収差を良好に補正することができる。

【0061】(ア-9)前記第3レンズ群を物体側に移動させて無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う事である。

【0062】本発明のズームレンズを用いて無限遠物体から近距離物体へのフォーカスをする場合には、第1レ

$$0.25 < (L1 + L2 + L3) / L < 0.45 \quad \dots \dots (8)$$

なる条件を満足する事である。

【0066】条件式(8)の上限値を超えると、望遠端での光学全長は短くなるが各レンズ群の光軸上の長さの合計が大きくなる為、沈胴全長が長くなり好ましくない。

【0067】条件式(8)の下限値を超えると、各レンズ群の光軸上の長さの合計が小さくなるが、望遠端での光学全長が長くなり、必然的に各レンズ群の光軸上の移動量が増大する為、各レンズ群を移動させる為のカム環等の長さが長くなり、結果的に沈胴全長が短くならず好ましくない。

【0068】(ア-11)前記第2レンズ群を構成する各レンズの光軸上の厚みの合計をD2、該第2レンズ群中の空気間隔の合計をA2とした時に、

$$0.05 < A2 / D2 < 0.2 \quad \dots \dots (9)$$

なる条件を満足する事である。

【0069】条件式(9)の上限値を超えると、第2レンズ群の光軸上の長さが長くなりレンズ系全体のコンパクト化が困難となり好ましくない。

【0070】条件式(9)の下限値を超えると、空気レ

ンズ群を物体側へ移動することで良好な性能を得られるが、さらに望ましくは、第3レンズ群を物体側に移動した方が良い。

【0063】これは、最も物体側に配置した第1レンズ群をフォーカシングさせた場合に生じる、前玉径の増大や、レンズ重量が最も重い第1レンズ群を移動させる事によるアクチュエーターの負荷の増大を防ぎ、さらに第1レンズ群と第2レンズ群とをカム等で単純に連携してズーミング時に移動させることができとなり、メカ構造の簡素化及び精度向上を達成できるためである。

【0064】また、第3レンズ群にてフォーカシングを行う場合、広角端から望遠端への変倍に際して第3レンズ群を像側に移動する事により、フォーカシング移動量の大きい望遠端を像面側に配置する事が出来る為、ズーミング及びフォーカシングで必要となる第3レンズ群のトータルの移動量を最小とする事が可能となり、これによつてレンズ系全体のコンパクト化を達成している。

【0065】(ア-10)望遠端において、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から像面までの距離をL、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第1レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離をL1、前記第2レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第2レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離をL2、前記第3レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第3レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離をL3とした時に、

$$0.25 < (L1 + L2 + L3) / L < 0.45 \quad \dots \dots (8)$$

ンズのパワーが小さくなり球面収差の良好なる補正が困難となり好ましくない。

【0071】(ア-12)負の屈折力の第1レンズ群を物体側から順に像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ11、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ12の2枚のレンズで構成し、又は物体側に凸面を向けたメニスカス状の2つの負レンズ11, 12と物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ13の3枚のレンズで構成し、正の屈折力の第2レンズ群を物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス状の正レンズ21、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ22、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ23、両レンズ面が凸面の正レンズ24の4枚のレンズを有し、正レンズ21と負レンズ22及び負レンズ23と正レンズ24を接合した2組みの接合レンズで構成し、正の屈折力の第3レンズ群を像側に凸面を向けた正レンズ31又は負レンズと正レンズとの接合レンズより構成することである。

【0072】これによれば、良好な光学性能を保ちつつ、レンズ系のコンパクト化を容易に達成することができる。

きる。

【0073】(ア-13) 正の屈折力の第2レンズ群は、そのレンズ群中の最も物体側に物体側に強い凸面を向けた正レンズ21を配置することである。これによれば、第1レンズ群を射出した軸外主光線の屈折角を少なくし、軸外諸収差の発生を少なくすることができる。

【0074】(ア-14) 第2レンズ群中の正レンズ21は、最も軸上光線の通る高さが高いレンズであり、主に球面収差、コマ収差の補正に関与しているレンズである。

【0075】この為、正レンズ21の物体側のレンズ面をレンズ周辺で正の屈折力が弱くなる形状の非球面とするのが良い。これによれば球面収差、コマ収差を良好に補正することが容易となる。

【0076】(ア-15) 第2レンズ群中の物体側の正レンズ21の像面側に配置された負レンズ22には像側に凹面をもたせ、それに続く像側の負レンズ23の物体側の凸面とにより負の空気レンズを形成するのが良い。これによれば大口径比化に伴って発生する球面収差の補正を良好に行なうことができる。

【0077】(ア-16) バックフォーカスをs k'、第3レンズ群の焦点距離をf3、第3レンズ群の結像倍率をβ3とすると、

$$s k' = f 3 * (1 - \beta 3)$$

の関係が成り立っている。ここで

$$0 < \beta 3 < 1.0$$

となるようにしている。

【0078】ここで、広角端から望遠端への変倍に際して第3レンズ群を像側に移動するとバックフォーカスs k'が減少することになり、第3レンズ群の結像倍率β3は望遠側で増大する。すると、結果的に第3レンズ群で変倍を分担できて第2レンズ群の移動量が減少し、そのためのスペースが節約できる。これによってレンズ系の小型化を図っている。

【0079】次に本発明のズームレンズの各数値実施例1～3のレンズ構成の特徴について説明する。

【0080】[数値実施例1] 図1に示す数値実施例1

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【0090】なる式で表わしている。また、例えば「D-Z」の表示は「10^-2」を意味する。前述の各条件式

[数値実施例1]

R 1= 206.343	D 1=1.40	N 1=1.80238	v 1=40.7
R 2= 4.841	D 2=1.87		
R 3= 9.750	D 3=2.00	N 2=1.84666	v 2=23.9
R 4= 49.125	D 4=可変		
R 5= (絞り)	D 5=0.70		
R 6= 4.564	D 6=2.00	N 3=1.74330	v 3=49.3
R 7= 10.675	D 7=0.80	N 4=1.69895	v 4=30.1

は変倍比3倍、開口比2.7～4.8程度のズームレンズである。

【0081】[数値実施例2] 図5に示す数値実施例2においては、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群が像側に凸状の往復移動、第2レンズ群が物体側に移動し、第3レンズ群は像側に移動している。

【0082】本実施例においては、第1レンズ群を物体側より順に、メニスカス状の負レンズ11・メニスカス状の負レンズ12そしてメニスカス状の正レンズ13の3枚のレンズにて構成し、第1レンズ群を2枚で構成したものに対して、更なる広角化を容易に達成している。

【0083】数値実施例2は変倍比3倍、開口比2.6～4.8程度のズームレンズである。

【0084】[数値実施例3] 図9に示す数値実施例3においては、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群が像側に凸状の往復移動、第2レンズ群が物体側に移動し、第3レンズ群は像側に移動している。

【0085】本実施例においては、第3レンズ群をメニスカス状の負レンズと両レンズ面が凸面の正レンズの接合レンズとする事により、第2レンズ群の二つの接合レンズと共に色収差を十分に補正している。

【0086】数値実施例3は変倍比3.0倍、開口比2.7～4.8程度のズームレンズである。

【0087】以下に本発明の数値実施例を記載する。数値実施例においてR_iは物体側より順に第i番目の面の曲率半径、D_iは物体側より順に第i番目の面と第(i+1)番目の面の間隔、N_iとv_iは各々物体側より順に第i番目の光学部材のガラスの屈折率とアッペ数である。

【0088】非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、各非球面係数をK、B、C、D、E、Fとしたとき、

【0089】

【数1】

と数値実施例の関係を表1に示す。

【0091】

R 8=	3. 878	D 8=0. 72		
R 9=	10. 459	D 9=0. 50	N 5=1. 84666	v 5=23. 9
R10=	6. 339	D10=1. 80	N 6=1. 60311	v 6=60. 6
R11=	-19. 132	D11=可変		
R12=	14. 948	D12=1. 40	N 7=1. 48749	v 7=70. 2
R13=	-48. 563	D13=可変		
R14=	∞	D14=2. 82	N 8=1. 51633	v 8=64. 1
R15=	∞			

＼焦点距離 5. 49 10. 60 16. 18
可変間隔＼

D 4	16. 12	5. 84	2. 43
D11	3. 93	11. 43	19. 83
D13	4. 20	3. 82	2. 53

非球面係数

面番号	曲率	K	B	C
2	4. 84094D+00	-1. 84876D+00	1. 10500D-03	-1. 66493D-05
		D	E	F
		5. 13200D-07	-2. 00144D-08	3. 39222D-10
面番号	曲率	K	B	C
6	4. 56367D+00	-1. 26047D-01	-2. 89482D-04	-9. 34418D-06
		D	E	
		1. 07843D-07	-3. 76119D-08	

[数值実施例 2]

R 1=	59. 735	D 1=1. 30	N 1=1. 67470	v 1=54. 9
R 2=	6. 518	D 2=2. 02		
R 3=	21. 785	D 3=0. 80	N 2=1. 77250	v 2=49. 6
R 4=	8. 687	D 4=1. 48		
R 5=	11. 006	D 5=2. 00	N 3=1. 84666	v 3=23. 9
R 6=	33. 156	D 6=可変		
R 7=	(絞り)	D 7=0. 80		
R 8=	4. 526	D 8=2. 20	N 4=1. 74330	v 4=49. 3
R 9=	11. 087	D 9=0. 60	N 5=1. 69895	v 5=30. 1
R10=	3. 873	D10=0. 75		
R11=	10. 369	D11=0. 50	N 6=1. 84666	v 6=23. 9
R12=	6. 401	D12=1. 80	N 7=1. 60311	v 7=60. 6
R13=	-19. 975	D13=可変		
R14=	12. 110	D14=1. 50	N 8=1. 48749	v 8=70. 2
R15=	-54. 317	D15=可変		
R16=	∞	D16=2. 83	N 9=1. 51633	v 9=64. 1
R17=	∞			

＼焦点距離 5. 00 9. 79 14. 98
可変間隔＼

D 7	14. 64	5. 46	2. 12
D14	4. 83	13. 24	21. 64
D16	3. 55	3. 02	2. 51

非球面係数

面番号	曲率	K	B	C
2	6. 51783D+00	2. 42523D-01	-5. 97797D-04	-1. 56333D-06
		D	E	F
		-7. 09941D-07	2. 27735D-08	-6. 39051D-10

15				16
面番号	曲率	K	B	C
8	4.52644D+00	-1.27422D-01	-3.12555D-04	-9.46539D-06
		D	E	
		8.23854D-08	-3.89693D-08	
面番号	曲率	K	B	C
14	1.21103D+01	0	-1.72597D-04	7.00489D-06
		D		
			-1.67824D-07	

[数值実施例3]

R 1=	156.481	D 1=	1.30	N 1=	1.80238	v 1=	40.7
R 2=	5.435	D 2=	1.83				
R 3=	9.697	D 3=	2.20	N 2=	1.84666	v 2=	23.9
R 4=	34.098	D 4=	可変				
R 5=	(絞り)	D 5=	0.80				
R 6=	4.588	D 6=	2.00	N 3=	1.74330	v 3=	49.3
R 7=	13.399	D 7=	0.60	N 4=	1.69895	v 4=	30.1
R 8=	3.929	D 8=	0.66				
R 9=	11.757	D 9=	0.60	N 5=	1.84666	v 5=	23.9
R10=	7.899	D10=	1.70	N 6=	1.60311	v 6=	60.6
R11=	-20.079	D11=	可変				
R12=	25.476	D12=	0.50	N 7=	1.60342	v 7=	38.0
R13=	24.901	D13=	1.60	N 8=	1.49700	v 8=	81.5
R14=	-25.962	D14=	可変				
R15=	∞	D15=	2.80	N 9=	1.51633	v 9=	64.1
R16=	∞						

＼焦点距離 5.64 10.99 16.51

可変間隔＼			
D 5	18.32	6.10	2.69
D12	3.11	9.75	18.27
D15	4.42	4.42	2.54

非球面係数

面番号	曲率	K	B	C
2	5.43534D+00	-2.28361D+00	1.23160D-03	-2.40093D-05
		D	E	F
		8.92996D-07	-2.78071D-08	3.81774D-10
面番号	曲率	K	B	C
6	4.58844D+00	-1.27107D-01	-2.62331D-04	-8.61678D-06
		D	E	
		1.99209D-07	-3.78975D-08	

表1

		下限	上限	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3
条件式(1)	ndp3		1.5	1.48749	1.48749	1.49700
条件式(2)	$\nu dp3$	70		70.2	70.2	81.5
条件式(3)	ndn1	1.7		1.80238	-	1.80238
条件式(4)	$\nu dn1$	35		40.7	-	40.7
条件式(5)	R21			4.564	4.526	4.588
	R23			3.878	3.873	3.929
	$(R21-R23)/(R21+R23)$	0.5	0.15	0.081	0.078	0.077
条件式(6)	ndp2	1.7		1.74330	1.74330	1.74330
条件式(7)	$\nu dp2$		40	49.3	49.3	49.3
条件式(8)	L1			5.27	7.60	5.33
	L2			5.82	5.85	5.56
	L3			1.40	1.50	2.10
	L			41.74	45.78	41.28
	$(L1+L2+L3)/L$	0.25	0.45	0.30	0.33	0.31
条件式(9)	A2			0.72	0.75	0.66
	D2			5.82	5.85	5.56
	A2/D2	0.05	0.2	0.12	0.13	0.12

【0093】次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ（光学機器）の実施形態を図13を用いて説明する。

【0094】図13において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

【0095】上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。15は、前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

【0096】このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器が実現できる。

【0097】

【発明の効果】本発明によれば、固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、小径化を達成した高変倍比で、優れた光学性能を有する及びそれを用いた光学機器ズームレンズを達成することができる。

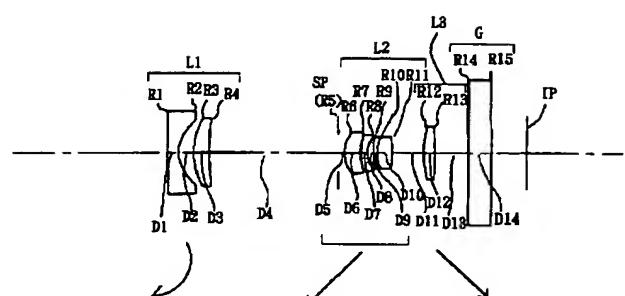
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の数値実施例1のレンズ断面図
 【図2】 本発明の数値実施例1の広角端の収差図
 【図3】 本発明の数値実施例1の中間の収差図
 【図4】 本発明の数値実施例1の望遠端の収差図
 【図5】 本発明の数値実施例2のレンズ断面図
 【図6】 本発明の数値実施例2の広角端の収差図
 【図7】 本発明の数値実施例2の中間の収差図
 【図8】 本発明の数値実施例2の望遠端の収差図
 【図9】 本発明の数値実施例3のレンズ断面図
 30 【図10】 本発明の数値実施例3の広角端の収差図
 【図11】 本発明の数値実施例3の中間の収差図
 【図12】 本発明の数値実施例3の望遠端の収差図
 【図13】 本発明の光学機器の要部概略図

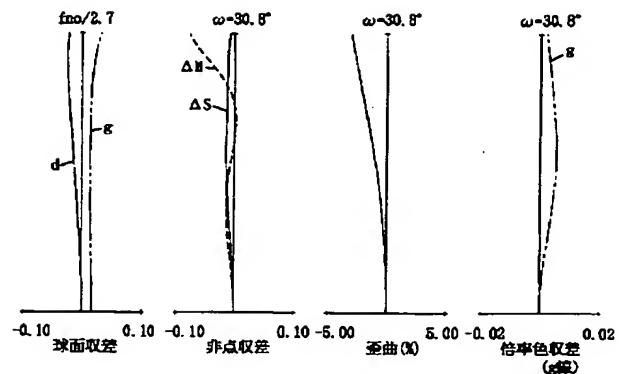
【符号の説明】

L 1	第1群
L 2	第2群
L 3	第3群
S P	絞り
G	ガラスブロック
I P	像面
d	d線
g	g線
△ S	サジタル像面
△ M	メリディオナル像面

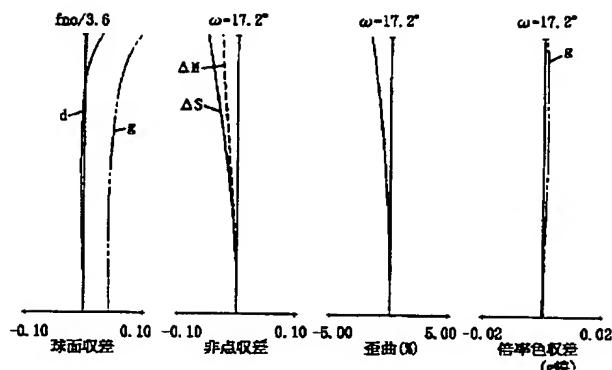
【図1】



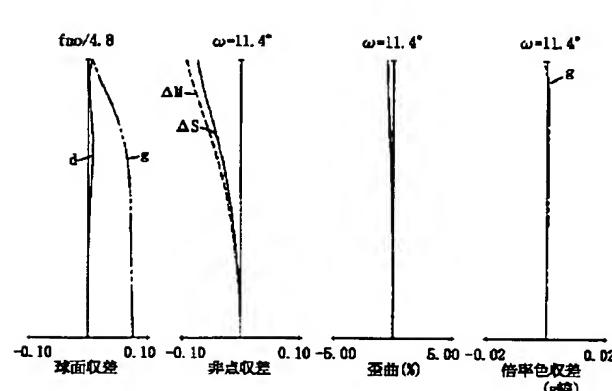
【図2】



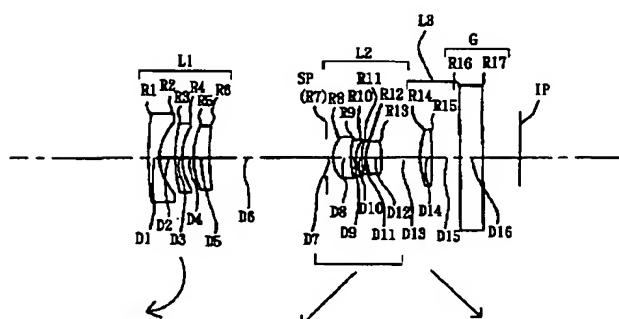
【図3】



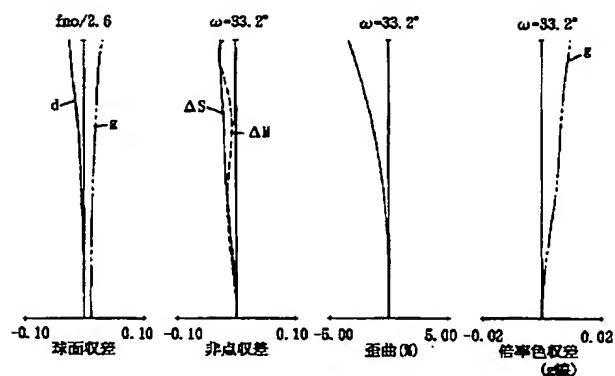
【図4】



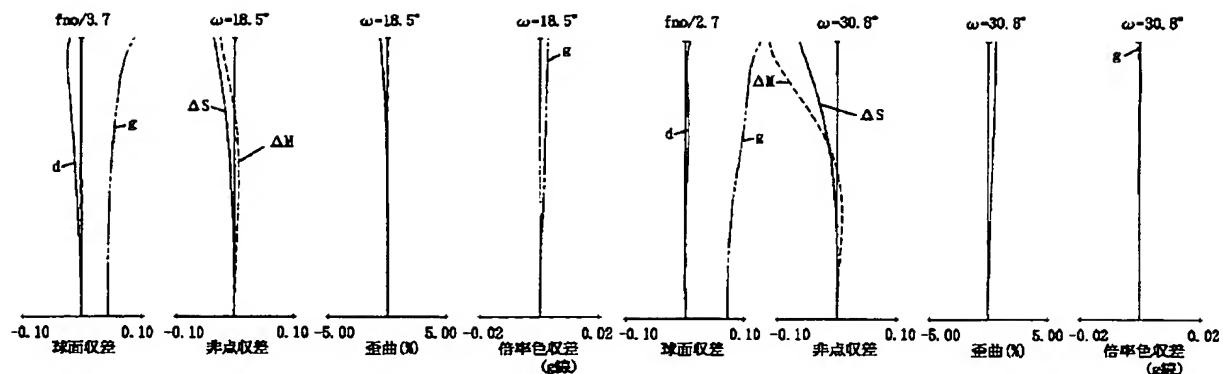
【図5】



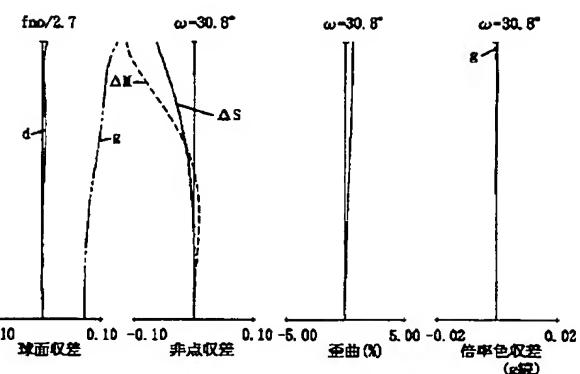
【図6】



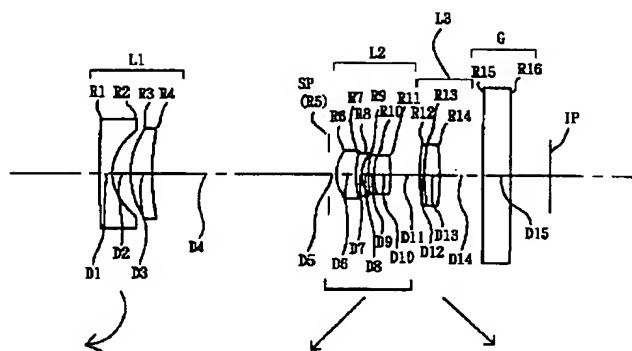
【図7】



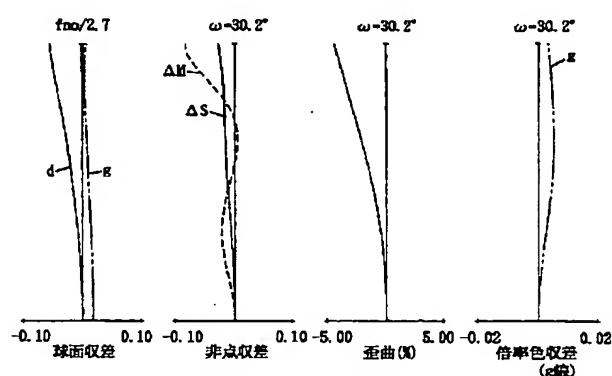
【図8】



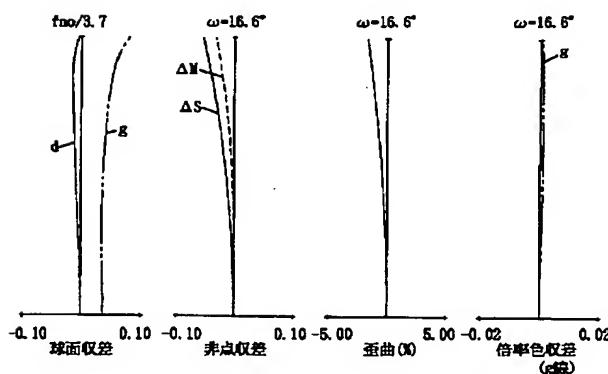
【図9】



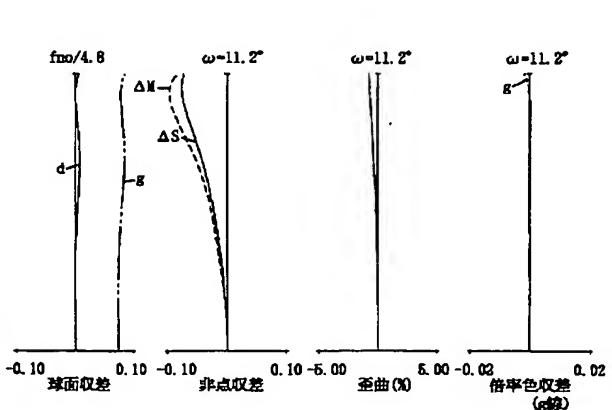
【図10】



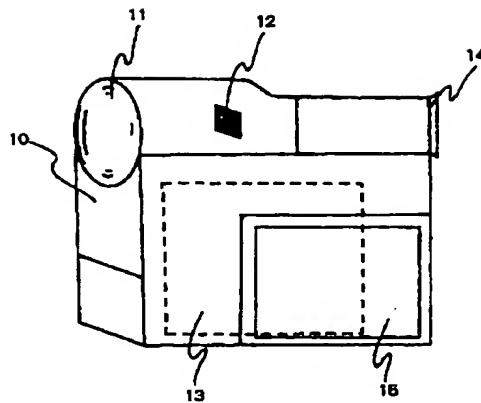
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA12 MA14 NA02
NA14 PA05 PA06 PA19 PA20
PB07 PB08 QA02 QA07 QA17
QA21 QA22 QA25 QA34 QA41
QA42 QA45 QA46 RA05 RA12
RA36 RA41 RA43 SA14 SA16
SA19 SA62 SA63 SA64 SB03
SB04 SB15 SB22 SB23 20